


APLICAÇÃO DO ALGORITMO GCOM-C PARA ESTIMATIVA DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA NAS PRAIAS DO NORTE DA ILHA DE FLORIANÓPOLIS


APPLICATION OF THE GCOM-C ALGORITHM FOR ESTIMATION OF CHLOROPHYLL CONCENTRATION ON THE BEACHES OF THE NORTH OF FLORIANÓPOLIS ISLAND

Bento Almeida Gonzaga¹ 

Dinalva Aires de Sales² 

Jean Marcel de Almeida Espinoza³ 

Isadora Bicho Emmendorfer⁴ 

Victor Hugo Lessa Rosolem⁵ 

Resumo: A balneabilidade de praias de grandes cidades costeiras é um desafio a décadas, no Brasil e no mundo. Monitorar e analisar as variáveis ambientais que influenciam na qualidade da água é uma questão que demanda processos morosos e de alto custo financeiro e logístico. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi estimar os valores da concentração de Clorofila (Chlorophyll-a) para 9 pontos distribuídos entre as praias do Norte da Ilha de Florianópolis entre os anos de 2018 e 2025, tendo a Clorofila dissolvida na água com um indicador de sua balneabilidade. Para essa estimativa foram utilizados os algoritmos 'GCOM-C/L3/OCEAN/CHLA/V2' e 'GCOM-C/L3/OCEAN/CHLA/V2V3', que se baseiam em dados de sensores satelitais. Para a aplicação desses algoritmos, utilizou-se a plataforma computacional do Google Earth Engine (GEE) para analisar dados satelitais da Missão de Observação Global das Mudanças Climáticas (GCOM-C). Os resultados mostram que os picos de Clorofila convergem para os períodos de maior adensamento populacional e coincidem com os surtos de virose registrados no período na região norte da Ilha de Santa Catarina. Evidencia-se que o déficit dos sistemas de esgotamento e drenagem urbana, bem como a sensibilidade dos sistemas hídricos naturais, que por vezes, refletem o descarte irregular de esgoto doméstico nos canais de drenagem e rios da região são pontos críticos para a gestão municipal cuidar da balneabilidade destes balneários. Essa correlação é notada com a estabilidade dos picos de concentração registrados nos últimos 2 anos, em especial nas praias de Ingleses, Santinho e Canasvieiras que tiveram seus sistemas de tratamento de esgoto ampliados e parte de suas redes domésticas regularizadas. A aplicação apresentou algumas limitações no que tange a

¹ Mestre em Gerenciamento Costeiro, FURG, profbentoag@gmail.com.

² Doutora em Física, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), dinalvaires@gmail.com.

³ Doutor em Sensoriamento Remoto, IFSC Campus Garopaba, espinoza.almeida@gmail.com.

⁴ Mestre em Oceanologia, FURG, emmendorferisadora@gmail.com.

⁵ Mestre em Modelagem Computacional, FURG, vlessarosolem@gmail.com.

resolução espacial do produto satelital, porém, demonstrou-se viável a médio e longo prazo como uma ferramenta de monitoramento dos balneários em escala regional e até mesmo nacional.

Palavras-chave: *Google Earth Engine. Chlorophyll-a. Modelagem Computacional. Balneabilidade. Qualidade da água.*

Abstract: The bathing water quality of beaches in major coastal cities has been a persistent challenge in Brazil and worldwide. Monitoring and analyzing the environmental variables that influence water quality involves slow, costly, and logistically complex processes. This study aimed to estimate Chlorophyll-a concentrations at nine points along the northern beaches of Florianópolis Island between 2018 and 2025, using chlorophyll dissolved in water as an indicator of bathing water quality. The algorithms GCOM-C/L3/OCEAN/CHLA/V2 and GCOM-C/L3/OCEAN/CHLA/V2V3, based on satellite sensor data, were applied through the Google Earth Engine (GEE) platform using data from the Global Change Observation Mission – Climate (GCOM-C). Results indicate that chlorophyll peaks coincide with periods of higher population density and with viral outbreak events recorded in the northern region of Santa Catarina Island. The findings highlight the deficiencies in sewage and urban drainage systems, as well as the sensitivity of local water bodies, which often reflect the irregular discharge of domestic sewage into drainage channels and rivers. These factors are critical for municipal management to address in maintaining safe bathing conditions. Over the past two years, a reduction in chlorophyll peaks was observed at Ingleses, Santinho, and Canasvieiras beaches, where sewage treatment systems were expanded and domestic networks were regularized. Although the satellite product showed limitations in spatial resolution, the approach proved to be a viable medium- and long-term tool for monitoring bathing areas on a regional and even national scale

Keywords: *Google Earth Engine. Chlorophyll-a. Computational Modeling. Bathing. Water Quality.*

1 INTRODUÇÃO

Florianópolis é um município com território dividido em duas parcelas: uma porção insular, compreendendo a Ilha de Santa Catarina e uma porção continental. O município é um importante pólo turístico, onde muito desse interesse vem de suas praias insulares. Dentre elas, destaca-se a praia de Canasvieiras, muito procurada por turistas regionais e internacionais. A busca desses turistas pelas praias do norte da Ilha de Santa Catarina (porção insular de Florianópolis) causa um inflacionamento populacional sazonal que, cuja uma das principais consequências são os surtos frequentes de virose e outras doenças causadas pela exposição humana à água contaminada. Isso muito advém da realidade deficiente no que tange os sistemas hidrossanitários locais (esgoto e drenagem).

Segundo a Constituição brasileira, é um direito de todos o meio ambiente ecologicamente equilibrado, incumbindo ao poder público preservá-lo (BRASIL, 1988). Uma maneira de preservar e garantir a todos o direito de acesso a um ambiente ecologicamente equilibrado é monitorar sistematicamente indicadores que agreguem informações a respeito da balneabilidade nas praias citadas. Portanto, a balneabilidade traduz uma temática sensível à segurança química e biológica das águas, sendo, com isso, um tema de grande importância ambiental e para os gestores públicos, principalmente nas áreas litorâneas, a qual vem sendo cada vez mais suscetíveis a ações antrópicas que degradam a qualidade dessas águas (BAUCKE; ZAMBÃO; SERBENT, 2016).

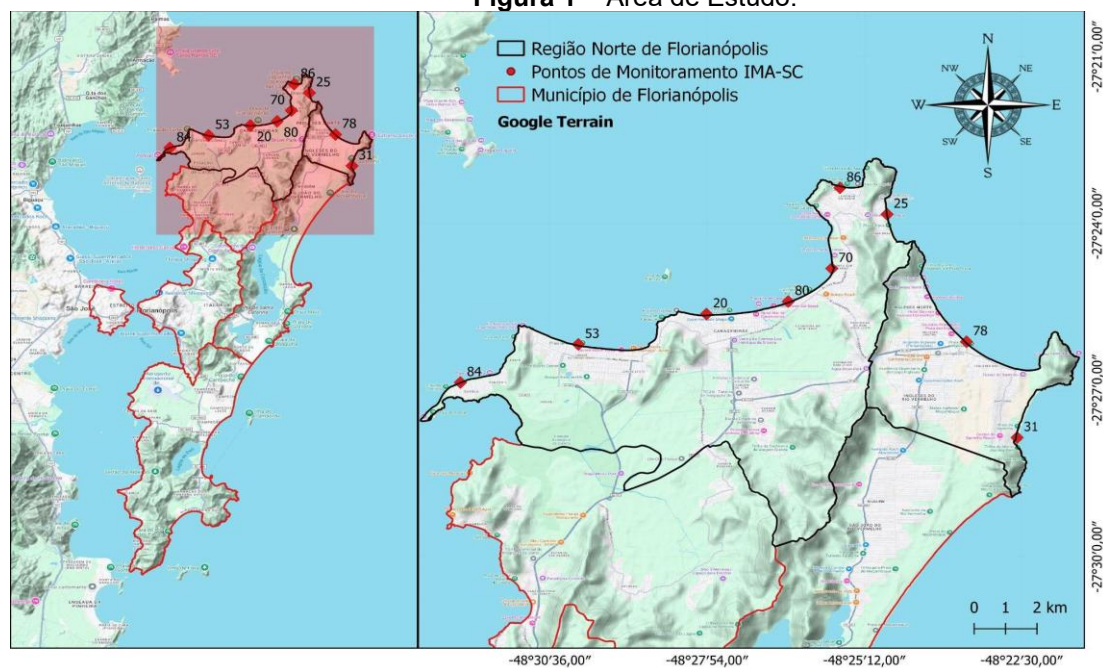
A instituição responsável por monitorar e divulgar as condições de balneabilidade e segurança química e biológica das praias de Florianópolis é o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA-SC). Dentre as variáveis que são mensuradas e divulgadas, periodicamente, pelos técnicos do IMA-SC, destaca-se a concentração de *Escherichia-coli* (eColi), cujo monitoramento deve-se estar em conformidade com a resolução do CONAMA nº 274/2000, que classifica a balneabilidade como própria, quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local houver no máximo 800 *Escherichia-coli* por 100 mililitros de água. A mesma área deve ser declarada imprópria quando em mais de 20% de um conjunto de

amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, a contagem for superior a 800 *Escherichia-coli* por 100 mililitros de volume de água, ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia-coli* por 100 mililitros de volume de água.

O monitoramento atual realizado pelo IMA-SC é feito de forma pontual, com coletas de amostras de água realizadas por seus técnicos nos pontos de amostragem catalogados e mantidos ao longo das praias da região insular de Florianópolis. Para este estudo, selecionou-se 1 ponto de monitoramento para cada uma das praias do Norte da Ilha de Santa Catarina (porção insular do município de Florianópolis/SC), sendo: (p84) ponto localizando-se em frente a rua das Hortências, na praia da Daniela; (p53) localizando-se em frente a avenida dos Salmões, na praia de Jurerê Internacional; (p20) localizando-se em frente a rua das Flores, na praia de Canasvieiras; (p80) localizando-se em frente a rua Dep. Otacílio Costa, na praia da Cachoeira do Bom Jesus; (p70) , localizando-se em frente à rua Alcina Jannis, na praia da Ponta das Canas; (p86) , localizando-se na Estr. Jornalista Jaime de A. Ramos, na praia da Lagoinha do Norte; (p25) localizando-se em frente ao posto de salva vidas da Praia Brava; (p78) localizando-se em frente da tubulação, ao lado esquerdo do ponto 28, que se localiza em frente do posto de salva vidas da Praia de Ingleses; e; o (p31) situado a 200 metros à esquerda do Costão Sul na praia do Santinho. A distribuição dos pontos está ilustrada na Figura 1.

Uma alternativa ao monitoramento ambiental realizado atualmente, associado com altos custos operacionais e atrasos entre a coleta, a análise e a divulgação dos resultados, é o uso de ferramentas de sensoriamento remoto, associadas à modelagem física e matemática, que surgiu como foco para compreensão da meteorologia e do clima, ganhando espaço nas mais diversas áreas (LIMA, 1997). Essa abordagem proporciona um ferramental capaz de prever e avaliar os impactos ambientais sejam de promoção antrópica ou natural. Neste contexto, a modelagem física e matemática da balneabilidade de corpos hídricos assume um papel relevante como uma ferramenta crucial para apoiar a tomada de decisões, tanto na prevenção quanto na correção da degradação desses espaços (GONÇALVES, 2009).

Figura 1 – Área de Estudo.



Fonte: Dos autores.

A construção de pequenas aplicações computacionais (*applets*), integrados à modelagem dinâmica, contribui para estimativas de indicadores de balneabilidade em recursos hídricos (BALDOCHI, 2002). Atualmente, mesmo a modelagem assumindo um caráter de tendência na gestão dos recursos hídricos, sua aplicação no Brasil ainda é bastante limitada (GONÇALVES, 2009). Para o desenvolvimento dessas aplicações, o uso da plataforma *Google Earth Engine* (GEE), que é uma plataforma de computação em nuvem, programável, que oferece acesso a grandes conjuntos de dados geospaciais e ferramentas avançadas para análise e processamento de dados, tem permitindo a visualização e análise de imagens de sensores satelitais em escala planetária, o que vem se tornando cada vez mais utilizado em resoluções de problemas reais. Diante do exposto, essa pesquisa se utilizou dos algoritmos GCOM-C/L3/OCEAN/CHLA/V2 e V3, para estimar a concentração média de Clorofila nos pontos ilustrados na Figura 1, abrangendo as praias do norte da Ilha de Santa Catarina, porção insular de Florianópolis, visto que este parâmetro é fundamental na avaliação da qualidade da água, uma vez que os níveis de Clorofila podem servir como indicador indireto dos níveis de poluição da água.

2. METODOLOGIA

Com o foco em gerar estimativas da concentração de Clorofila para os pontos de interesse, cobrindo o período de 2018 à 2025, aplicou-se os algoritmos GCOM-C/L3/OCEAN/CHLA/V2 e V3 para estimar os valores médios da concentração de Clorofila a partir de dados de imageamento satelital, para os referidos pontos de monitoramento nas praias do Norte da Ilha de Santa Catarina. A cada execução do algoritmo, alterou-se as coordenadas geográficas de cada ponto, obtendo-se uma estimativa para um *buffer* de 1000 m no entorno do ponto utilizado de referência, conforme resolução do sensor de sucessão do *Global Imager* (GLI) montado no ADEOS-II (MIDORI II) que é o radiômetro de geração das imagens, presente no satélite citado. Esse radiômetro mede a radiação eletromagnética que se estende da região do ultravioleta até o infravermelho termal (comprimentos de onda de 380 nm até aproximadamente 12000 nm), divididos em 36 bandas espectrais (Tabela 1).

Tabela 1 – Intervalos espectrais e quantidade de bandas disponíveis em cada região do ultravioleta e infravermelho termal

| Região do espectro | Intervalo de comprimentos de onda | Número de bandas |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Visível e infravermelho próximo (VNIR) | 380 – 830 nm | 23 |
| Infravermelho de onda curta (SWIR) | 1050 – 2215 nm | 6 |
| Infravermelho médio e termal (MWIR, TIR) | 3715 – 11950 nm | 7 |

Fonte: Os autores 2025.

A aplicação foi implementada no *Google Earth Engine* para o período de 01 de Janeiro de 2018 à 30 de Setembro de 2025, visto que para a versão do algoritmo (V2) temos dados disponíveis entre 2018 e 2021 e para a versão V3 dando sequência de 2021 aos dias atuais. Os algoritmos se baseiam no princípio físico da reflectância espectral diferencial presente para cada material químico e biológico específico, indicando que a proporção da luz incidente que é refletida de volta aos sensores orbitais é dependente da composição química e/ou

biológica do alvo (YOSHIDA E MURAKAMI, 2021). As faixas de comprimentos de onda coletados pelo sensor entre 490 nm, 565 nm e 670 nm são bandas com alta relação sinal-ruído para recuperação de variáveis de cor do oceano, matéria suspensa total e clorofila, por serem bandas da resposta reflexiva desses compostos (YOSHIDA E MURAKAMI, 2021).

Os algoritmos citados são uma razão entre as banda azul-verde do sensor de sucessão do *Global Imager* (GLI), e calculam a estimativa da concentração de clorofila-a por meio de uma equação empírica de quarta ordem (Murakami, 2020), representada a seguir:

$$\log_{10}(\text{Chl-a}) = C_0 + C_1 r + C_2 r^2 + C_3 r^3 + C_4 r^4 \quad (1)$$

onde, C_0 , C_1 , C_2 , C_3 e C_4 são coeficientes empíricos que representam os parâmetros de calibração, ajustados para otimizar a relação entre a razão espectral e a concentração de clorofila-a, e r representa a razão espectral logarítmica entre as reflectâncias das bandas azul e verde do sensor. Esses algoritmos foram desenvolvidos em parceria entre diversas universidades e institutos no Japão (MURAKAMI, 2020).

Na prática, para o cálculo dos coeficientes (C_0 , C_1 , C_2 , C_3 e C_4), que permitem expressar a concentração de clorofila-a a partir dos dados espectrais, foram usados diversos sensores padrões da NASA, tais como: OCTS, SeaWiFS, MODIS e VIIRS para comparação e calibração.

Após a execução dos algoritmos, em nuvem, exportou-se os dados em arquivos tabulares de extensão .csv para cada um dos 9 pontos de monitoramento. Posteriormente, esses dados foram organizados em uma única planilha para comparar e analisar os resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação de algoritmos dedicados à análise da concentração de clorofila tem um registro histórico que remonta dos 1960 e 1970, impulsionado

pela corrida espacial da guerra fria. Sequencialmente, projetos como o *Ocean Color and Temperature Scanner* (OCTS) de cooperação entre a NASA e NOAA mostraram a viabilidade técnica de se monitorar a clorofila nos oceanos a partir do espaço com o uso de sensores a bordo de satélites. Com esse conceito, a Missão de Observação Global das Mudanças Climáticas (GCOM-C) se propõe a monitorar e gerar dados que permitam inspecionar a clorofila em corpos d'água com uso de algoritmos próprios e isso vem sendo aplicada a diversos estudos e validações ao longo dos últimos anos, exemplo disso, são estudos tais como: Murakami (2020), Feng *et al.* (2023), Alghariani *et al.* (2024) e Siswanto (2025). Essas aplicações se baseiam no algoritmo de concentração de clorofila-a (Chl-a), desenvolvido por O'Reilly *et al.* (2000) e, que hoje é utilizado como padrão internacional para mensurar essa variável a partir de técnicas de sensoriamento remoto.

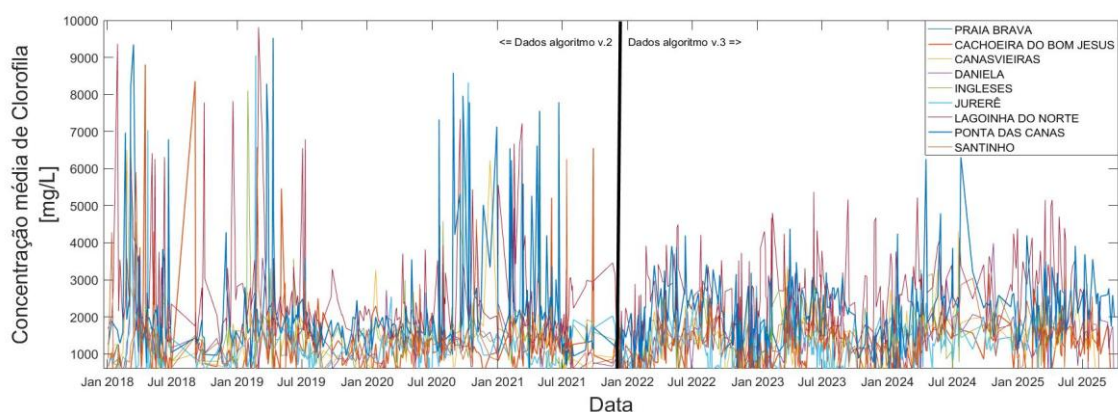
Florianópolis, nos últimos anos, têm registrado surtos frequentes e significativos de virose durante a temporada de verão, tais como apresentado nos registros: HORA (2025), UOL (2025), TVBVONLINE (2025), BRUNO BENETTI (2024) e UFSC (2023). Esses casos, são concentrados, principalmente, nas praias do norte da Ilha de Santa Catarina, que estão entre os pontos turísticos mais buscados na região. Dentre as praias citadas, podemos destacar: a Praia de Jurerê, a Praia do Santinho, a Praia Brava, Canasvieiras e a Praia dos Ingleses. As duas últimas, em especial, costumam inflacionar o número de residentes durante o período de férias de verão, duplicando e, às vezes, triplicando o número de pessoas nesses balneários.

Esse adensamento populacional salienta e potencializa os problemas de drenagem e esgotamento sanitário dessas localidades, o que por consequência, manifesta-se em aumento da concentração de *Escherichia-coli* (eColi), o que indica condições impróprias para banho nas referidas praias e resulta em surtos de viroses como os mencionados nas reportagens citadas.

O gráfico da Figura 2 reforça a presença de picos de clorofila, correspondendo aos momentos de adensamento populacional, seja durante a temporada de verão ou em períodos atípicos, como por exemplo o da pandemia do COVID-19, que forçou um confinamento entre os anos de 2020 e 2021. Para

o período analisado, observa-se também que com a inauguração da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) ingleses, em novembro de 2023, foi um ponto positivo para estabilizar os valores máximos do indicador analisado, mesmo durante os picos de ocupação, se comparado com os anos anteriores. Entre 2022 e 2025, a cobertura de esgotamento sanitário em Florianópolis cresceu 14%, com a instalação da ETE Ingleses e, no último mês de março de 2025, com a inauguração da ETE João Paulo, como destaca a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). No dia 08/10/2025 a CASAN iniciou a instalação de um novo módulo na Estação de Tratamento de Esgoto de Canasvieiras. Resultado de um investimento de aproximadamente R\$13,9 milhões, a estrutura será instalada no terreno da atual ETE Canasvieiras.

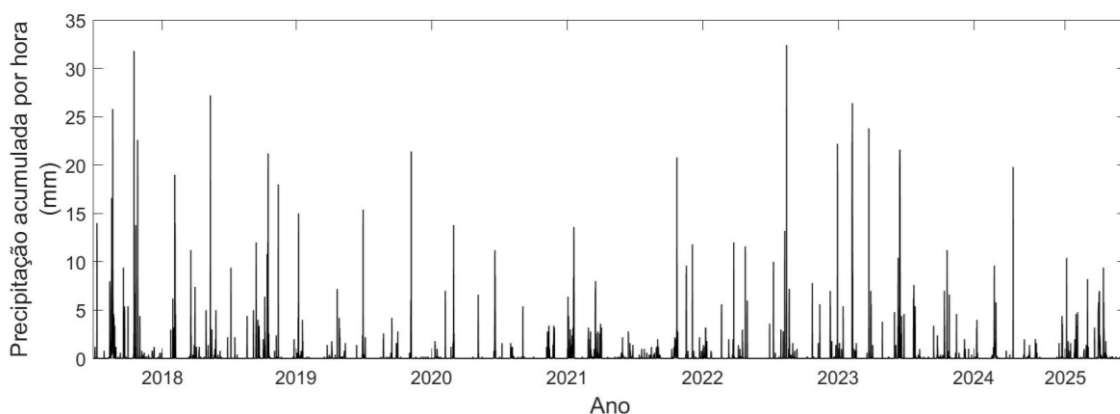
Figura 2 – Concentração Média de Clorofila (*Chlorophyll-a*) para os pontos selecionados.



Fonte: Dos autores.

Observa-se, também, a presença de alguns picos de concentração de clorofila fora da temporada de verão, que coincidem com períodos de chuvas intensas (ilustrado no gráfico da Figura 3), registradas no Estado e na Região de Florianópolis, bem como em janeiro e setembro de 2018, novembro de 2022, maio de 2023 e abril e novembro de 2024, na qual a ilha de Santa Catarina, Florianópolis/SC, apresentou registros de chuvas acima da média histórica.

Figura 3 – Precipitação Média Registrada na Estação INMET 83899 – Florianópolis durante o período analisado.



Fonte: Dos autores.

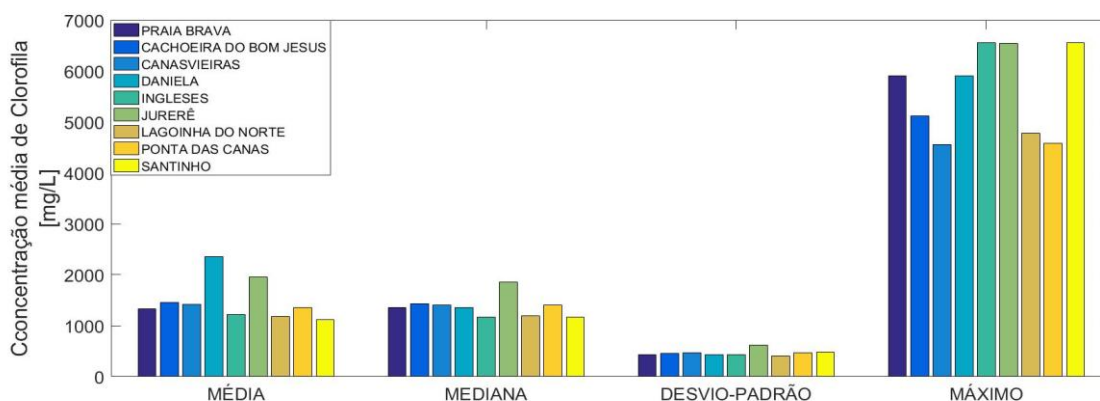
As praias de Jurerê, Canasvieiras e Cachoeira do Bom Jesus estão inseridas na bacia hidrográfica do Rio Ratonas, composto principalmente pelos afluentes: Rio Veríssimo, Rio Papaquara, Rio Camarão e Rio Palha. Esses afluentes sofrem, historicamente, com ações antrópicas, ocupações irregulares e descarte de lixo e esgoto (FOLZKE, 2008). Esses balneários, também, são influenciados pelas características do lençol freático quase aflorante e um padrão construtivo de residências com sistema individual de tratamento de esgoto por meio de tanques sépticos e sumidouros, que não são totalmente eficazes e por vezes estão interligados aos sistemas e galerias pluviais (SILVA,2000).

As praias do Santinho e Ingleses estão localizadas na bacia hidrográfica dos Ingleses, que é composta, principalmente, pelos afluentes: Rio dos Ingleses e Rio Capivari que, assim como a bacia do Rio Ratonas, sofre com ações antrópicas, ocupações irregulares e descarte de lixo e esgoto. O distrito de Ingleses do Rio Vermelho é a região com maior adensamento populacional de Florianópolis, registrando cerca de 80 mil habitantes residentes fixos, conforme o censo demográfico do IBGE 2022 e estão distribuídos nas regiões de Ingleses (42.626 habitantes), Santinho (4.993) e Rio Vermelho (30.004 habitantes).

Na Figura 4, nota-se picos máximos nas concentrações de clorofila para as praias de Jurerê, Canasvieiras, Ingleses e Santinho, corroborando não

apenas com a concentração populacional desses bairros, mas com as características da hidrografia local, que influenciam para o transporte de sedimentos naturais e irregulares para os respectivos balneários.

Figura 4 – Estatísticas da concentração média de clorofila para as praias do norte da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis/SC.



Fonte: Dos autores.

A praia da Daniela é um balneário tranquilo, com águas calmas e uma faixa de areia relativamente estreita. Sua orientação é voltada para o interior da Baía Norte, o que favorece condições hidrodinâmicas mais estáveis, com menor energia de ondas e reduz o transporte costeiro de sedimentos (SILVA, 2000). Por outro lado, a praia de Jurerê apresenta médias da concentração de clorofila mais elevadas, devido a alguns pontos de drenagem e canais que podem interferir na qualidade da água, principalmente em períodos de chuvas intensas. Nota-se, também, que ao analisarmos os valores de distribuição da mediana, há uma homogeneidade entre as praias avaliadas, sugerindo que, apesar das diferenças pontuais observadas nos valores máximos e médios, a distribuição central dos dados apresenta valores semelhantes para o indicador analisado. Bem como, essas pequenas variações presentes na série histórica são, provavelmente, associadas a eventos hidrometeorológicos, adensamento populacional ou características locais, como já foi mencionado.

Destacam-se, também, algumas limitações encontradas para a estimativa dos valores médios da concentração de clorofila com a utilização dos algoritmos citados, na qual, a utilização de pontos distintos, na mesma praia, por vezes,

apresenta sobreposição dos valores estimados, isso em virtude da baixa resolução espacial dos dados. Para evitar esse erro, optou-se por trabalhar com 1 ponto por praia para tentar garantir uma distância mínima entre os pontos escolhidos de 1 quilômetro GCOM-C (2025). Verificamos, também, que sua recorrência prevista de três a quatro dias não aconteceu regularmente para a série analisada, provavelmente pela cobertura de nuvens que inviabiliza as estimativas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação dos algoritmos testados foi de fácil adaptabilidade para a realidade local, demonstrando-se pequenas limitações de resolução espacial, o que ocasionou uma mistura de valores em virtude do *pixel* de maiores dimensões compreenderem uma média de estimativa para uma área correspondente. O aprofundamento do uso dessa ferramenta a médio e longo prazo é uma alternativa viável para o monitoramento das condições de balneabilidade das praias no litoral brasileiro, em virtude de sua grande extensão e carência de recursos técnicos e humanos para esse monitoramento.

Com essa perspectiva, esses algoritmos podem ser replicados para projetos em escala regional e nacional, com fácil escalabilidade, mantendo sua estabilidade matemática inferencial em suas estimativas. Monitorar a clorofila em sua distribuição temporal e espacial é uma ferramenta fundamental para a compreensão dos padrões de qualidade da água e das forçantes que o interferem (e.g., precipitação).

REFERÊNCIAS

ALGHARIANI, M. S.; MEJJAD, N.; SAGAR, E. M.; BEDAIR, H. Monitoring coastal Chlorophyll-a concentration in the Coast of North Africa using remote sensing and machine learning. **Aquatic Ecosystems Monitoring**, p. 154–165, 2024.

BALDOCHI, M. A. **Utilização do modelo QUAL2E como apoio ao gerenciamento da qualidade das águas da bacia do Córrego dos Bagres**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

BAUCKE, A. S.; ZAMBÃO, P. H.; SERBENT, M. P. Monitoramento de variáveis microbiológicas para avaliação da balneabilidade de uma praia do Norte Catarinense. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 62–72, 2016.

BRASIL. República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

BRUNO BENETTI, N. **Por que os surtos de viroses são mais comuns durante o verão em Florianópolis?** Disponível em: <https://ndmais.com.br/saude/por-que-os-surtos-de-viroses-sao-mais-comuns-durante-o-verao-em-florianopolis/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define critérios para classificação de águas destinadas à recreação de contato primário. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/legislacao/Res_CONAMA_274_2000.pdf

FENG, C.; ZHU, Y.; SHEN, A.; LI, C.; SONG, Q.; TAO, B.; ZENG, J. Assessment of GCOM-C satellite imagery in bloom detection: a case study in the East China Sea. **Remote Sensing**, v. 15, n. 3, p. 691, 2023.

FOLZKE, C. T. **Avaliação da balneabilidade de praias da Ilha de Santa Catarina**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis.

GONÇALVES, J. **Desenvolvimento de modelo numérico para a simulação da qualidade da água em rios utilizando o software Vensim PLE®**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

HORA, Z. **Como se proteger da virose que provoca vômito e diarreia nas praias de SC**. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/verao/noticia/2025/01/como-os-veranistas-que-vaio-para-praias-de-sc-podem-se-proteger-das-viroses-de-verao-cmp5html.html>. Acesso em: 10 ago. 2025.

LIMA, C. A. de A. **Uso do modelo QUAL2E na simulação da qualidade das águas do Rio Jacaré-Guaçu**. 1997. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade de São Paulo.

MURAKAMI, H. **ATBD of GCOM-C Chlorophyll-a Concentration Algorithm**. 2020. Disponível em: https://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_C/data/tools/ATBD_GCOM-C_Chla_v1.pdf

O'REILLY, J. E. et al. Ocean color chlorophyll a algorithms for SeaWiFS, OC2, and OC4: Version 4. **SeaWiFS Postlaunch Calibration and Validation Analyses**, v. 3, p. 9–23, 2000.

SILVA, V. de C. **Estudo das condições de saneamento do Balneário de Canasvieiras visando ao gerenciamento ambiental**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TVBVONLINE. **Saúde lança nota de alerta sobre viroses no litoral de Santa Catarina.** Disponível em:

<https://www.tvbv.com.br/saude-lanca-nota-de-alerta-sobre-viroses-no-litoral-de-santa-catarina/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

UFSC. **Vírus responsável pelo surto de diarreia em Florianópolis é detectado em ambientes da UFSC.** Disponível em:

<https://noticias.ufsc.br/2023/03/virus-responsavel-pelo-surto-de-diarreia-em-florianopolis-e-detectado-em-ambientes-da-ufsc/>.

Acesso em: 10 ago. 2025.

UOL. **Florianópolis registra surto de virose acima da média para a temporada.** Disponível em:

<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2025/01/04/florianopolis-registra-surto-de-virose-acima-da-media-para-a-temporada.htm>. Acesso em: 10 ago. 2025.

YOSHIDA, M.; MURAKAMI, H. **Algorithm Theoretical Basis Document of Aerosol Properties for GCOM-C/SGLI.** Tokyo: Japan Aerospace Exploration Agency, 2021. Disponível em:

https://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_C/data/tools/ATBD_GCOM-C_Aerosol_v1.pdf